

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

© Лаксаева Е.А., Сычёв И.А., 2015
УДК 582.948.25:547.965

**ВЛИЯНИЕ ВОДОРАСТВОРИМОГО ПОЛИСАХАРИДНОГО КОМПЛЕКСА
ИРГИ ОБЫКНОВЕННОЙ НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ
И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОРГАНИЗМА ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС**

Е.А. Лаксаева, И.А. Сычёв

Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова, г. Рязань

Водорастворимый полисахаридный комплекс Ирги обыкновенной при введении в организм животных усиливает эритропоз, увеличивая количество эритроцитов и гемоглобина в крови экспериментальных животных (крыс) и изменяет число лимфоцитов, лейкоцитов и моноцитов, увеличивает содержание железа, изменяет белковые фракции плазмы. Полисахарид плодов Ирги обыкновенной увеличивает массу селезёнки, уменьшает массу Вилочковой железы, а также повышает физическую активность экспериментальных животных

Ключевые слова: водорастворимый полисахаридный комплекс (ВРПК) плодов Ирги обыкновенной, лабораторная крыса, показатели крови, масса тела, селезёнка, тимус.

Полисахариды растений обладают широким спектром биологической активности и находят применение в медицине и ветеринарии. Это обусловлено отсутствием токсичности, аллергенности, пирогенности и других побочных действий на организм. При введении в организм животных они активируют ферментные системы клеток, усиливают обмен веществ, стимулируют процессы гемопоэза, оптимизируют реологические свойства крови, активируют функции иммунной системы как здоровых животных, так и животных с различными видами экспериментальной патологии, стимулируют физическую работоспособность, увеличивают мышечную массу животных [1-3, 5-6, 8, 11, 12]. Все это открывает широкие возможности для создания на их базе новых препаратов, стимулирующих иммунную систему организма, что особенно актуально в современной неблагоприятной экологической обстановке. Поиск препаратов, стимулирующих физиологические функции организма, его физическую работоспособность – одно из наиболее

приоритетных направлений научных исследований.

Ирга обыкновенная (*Amelanchier vulgaris*), растение, относящееся к семейству розоцветных. Не только плоды ирги, но и получаемые из них продукты, характеризуются сбалансированным комплексом ряда биологических активных веществ: витаминов, органических кислот, сахаров, полифенольных соединений, макро- и микроэлементов, что делает их полноценными продуктами питания [8].

Материалы и методы

Водорастворимый полисахаридный комплекс (ВРПК) экстрагировали горячей водой из плодов ирги обыкновенной в течение полутора часов на кипящей водяной бане, осаждали 96%-ным этанолом, отделяли фильтрованием, очищали этанолом, ацетоном, смесью спирта и эфира, переосаждением. ВРПК ирги обыкновенной представляет собой аморфный порошок светло-кремового цвета, растворимый в воде и в 0,9% растворе NaCl.

Исследования проведены на 54 крысах-самках породы Вистар массой 180-

230 г, содержащихся в стандартных условиях вивария. Все животные были разделены на две группы: контрольные и опытные животные.

Препарат в виде 10% водного раствора вводили лабораторным животным 1 раз в сутки перорально в дозе 0,1 г/кг массы тела, в течение 10 суток. Контрольные животные получали в те же сроки равный объем физиологического раствора. На 2, 4, 6, 8, 11 сутки после начала введения препарата у животных контрольной и экспериментальной групп брали для исследования кровь и органы (тимус и селезенку).

В крови животных определяли количество эритроцитов, лейкоцитов, лимфоцитов, моноцитов, тромбоцитов, уровень гемоглобина, в сыворотке крови определяли содержание железа и железо-связывающую способность. В плазме крови животных определяли белковые фракции (α_1 -глобулины, α_2 -глобулины, β -глобулины, γ -глобулины) методом электрофореза на бумаге, пятна белков окрашивали нингидрином и количественно изучали на КФК-2 при длине волны 450 нм. Оценивали массу тимуса и селезенки [9].

Массу тела животного и физическую работоспособность оценивали после введения препарата ВРПК на 1, 5, 10, 15, 20 и 25 сутки опыта. Группой сравнения, как и в первой серии, была группа из животных, получавшая только физиологический раствор в том же объеме, что и экспериментальные животные. Физическую работоспособность исследовали на модели «плавания» [12]. Для этого к задней

лапке животного привязывали груз массой 1/10 от массы тела крыс и помещали крыс с грузом в воду при 30-35°C, где животные держались на поверхности воды – «плавали» до момента устания, высота водного столба составляла 80 см. После этого животных доставали из воды, снимали груз, обсушивали. Время плавания подопытных и контрольных животных до момента устания регистрировали в лабораторном журнале.

Экспериментальные данные подвергнуты обработке методами вариационной статистики. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05.

Результаты и их обсуждение

Под влиянием полисахарида ирги обыкновенной количество эритроцитов в крови подопытных крыс максимально возрастало после 7 дней введения полисахарида и превосходило контроль на $23,3 \pm 0,3\%$ ($P < 0,05$). Затем количество эритроцитов снижалось и на десятые сутки опыта у подопытных животных становилось таким же, как и в контроле (табл. 1). Уровень гемоглобина под действием ВРПК ирги уже после трех введенных препаратов возрастал максимально и превосходил контроль на $19,4 \pm 0,5\%$ ($P < 0,05$). При последующем введении полисахарида количество гемоглобина снижалось. На пятый день опыта под действием ВРПК уровень гемоглобина в крови подопытных крыс превосходил контроль на $3,5 \pm 0,4\%$ ($P < 0,05$), а на седьмой и десятый дни эксперимента снижался до уровня контроля.

Таблица 1

Изменение основных показателей красной крови животных, получавших ВРПК плодов Ирги обыкновенной

№	Группы сравнения	Эритроциты ($\times 10^{12}/л$)	Гемоглобин (г/л)	Железо (мкмоль/л)	ЖСС (мкмоль/л)
1	Контроль	$5,30 \pm 0,31$	$114,5 \pm 1,02$	$8,1 \pm 0,41$	$70,2 \pm 1,13$
2	1 сутки	$5,26 \pm 0,08$	$115,7 \pm 1,59^*$	$13,8 \pm 0,37^*$	$79,7 \pm 1,60^*$
3	3 сутки	$6,11 \pm 0,21^*$	$136,7 \pm 2,88^*$	$21,7 \pm 1,65^*$	$88,9 \pm 1,64^*$
4	5 сутки	$6,42 \pm 0,45^*$	$118,5 \pm 1,21^*$	$17,5 \pm 1,07^*$	$86,9 \pm 1,23^*$
5	7 сутки	$6,53 \pm 0,22^*$	$115,3 \pm 2,2^*$	$18,6 \pm 1,1^*$	$79,0 \pm 1,20^*$
6	10 сутки	$5,29 \pm 0,18^*$	$112,3 \pm 3,23^*$	$15,5 \pm 0,9$	$80,0 \pm 0,81^*$

Примечание: * $P < 0,05$ по отношению к контрольной группе. $x \pm Sx$ – средняя величина показателя и её вероятная ошибка. ЖСС – железосвязывающая способность крови.

Количество железа в сыворотке крови статистически достоверно увеличивалось уже после первого введения препарата на $70,3 \pm 0,39\%$ ($P < 0,05$), по отношению к контролю. Максимальное количество железа в крови подопытных крыс наблюдалось после трехкратного введения препарата и превосходило контроль в 2,67 раза.

К седьмым-десятым суткам эксперимента количество железа в сыворотке крови уменьшалось, но превосходило контрольные значения в 2,3 и 1,9 раза соответственно.

Железосвязывающая способность сыворотки крови подопытных крыс на третий день приема полисахарида максимально превосходила контрольные показатели на 26,6% ($P < 0,05$). При последующем введении ВРПК ирги обыкновенной железосвязывающая способность плазмы крови подопытных животных снижалась, но даже на десятый день опыта превосходила контроль на 13,9% ($P < 0,05$) (табл. 1). Все дан-

ные по железосвязывающей способности сыворотки статистически достоверны.

После пяти раз введения препарата количество лимфоцитов оставалось практически таким же, как в крови контрольных крыс. Семикратное введение полисахарида приводило к статистически достоверному снижению количества лимфоцитов в крови экспериментальных животных на $9,9 \pm 0,3\%$ ($P < 0,05$), а десятикратное введение раствора ВРПК ирги снижало количество лимфоцитов на $26,9 \pm 0,7\%$ ($P < 0,05$) по сравнению с контролем. После 7-10 дневного введения полисахарида заметно снижалась количество лимфоцитов в крови подопытных крыс.

Количество моноцитов в крови подопытных крыс под воздействием ВРПК ирги обыкновенной колебалось на уровне контроля в первые семь дней приема полисахарида, и только после введения препарата на десятый день количество моноцитов в крови экспериментальных животных возрастала на $50,5 \pm 0,3\%$ ($P < 0,05$) по сравнению с контролем (рис. 1, табл. 2).

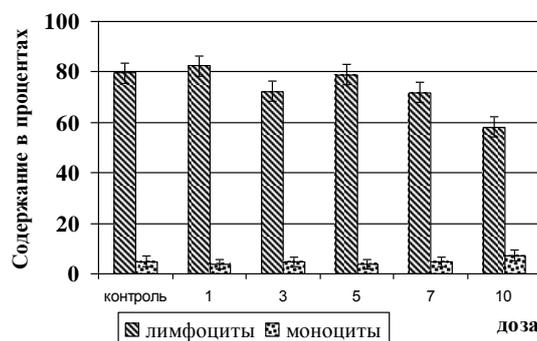


Рис. 1. Изменения фракций агранулоцитов крови крыс, получавших ВРПК плодов Ирги обыкновенной

Таблица 2

Изменения клеточного состава «белой» крови крыс, получавших ВРПК Ирги обыкновенной

№	Группы сравнения	Содержание клеточного состава «белой» крови $\bar{x} \pm Sx$		
		Лимфоциты(%)	Моноциты(%)	Лейкоциты ($\times 10^9/\text{л}$)
1	Контроль	$79,7 \pm 0,90$	$4,85 \pm 0,21$	$15,5 \pm 0,19^*$
2	1 сутки	$82,5 \pm 0,48$	$3,8 \pm 0,14^*$	$11,6 \pm 0,22^*$
3	3 сутки	$82,4 \pm 0,65$	$4,7 \pm 0,36$	$7,18 \pm 0,17^*$
4	5 сутки	$78,9 \pm 0,98$	$3,86 \pm 0,13^*$	$7,8 \pm 0,04^*$
5	7 сутки	$71,8 \pm 1,10^*$	$4,7 \pm 0,17$	$6,5 \pm 0,21^*$
6	10 сутки	$58,2 \pm 0,52^*$	$7,3 \pm 0,15^*$	$7,2 \pm 0,16^*$

Примечание: * $P < 0,05$ по сравнению с контрольной группой; $\bar{x} \pm Sx$ – средняя величина показателя и её вероятная ошибка.

После первого введения ВРПК ирги количество лейкоцитов в крови подопытных крыс снижалось на $25,1 \pm 0,3\%$ ($P < 0,05$) по сравнению с контролем. Дальнейшее введение полисахарида животным приводило к достоверному уменьшению уровня лейкоцитов, максимально на седьмые сутки опыта, когда количество этих клеток составляло 42% от уровня контрольных показателей. Введение полисахарида на десятый день эксперимента вызывало некоторое увеличение общего числа лейкоцитов и формиро-

вало тенденцию к нормализации общего числа лейкоцитов в крови подопытных крыс.

Введение полисахарида ирги обыкновенной в организм здоровых животных в дозе 0,1г/кг массы тела вызывало незначительное изменение количества тромбоцитов. Количество тромбоцитов (рис. 2) увеличивалось на 21,7-23,3% ($P < 0,05$) на 3 и 5 сутки введения препарата соответственно, а на десятые сутки опыта – уровень тромбоцитов снижался практически до контрольных значений под воздействием полисахарида.

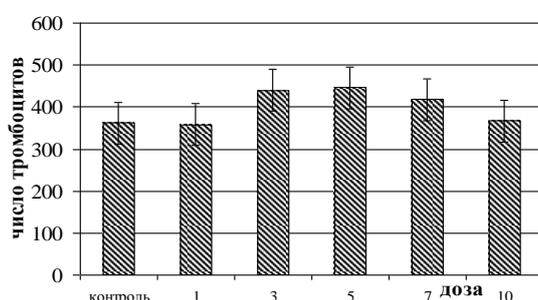


Рис. 2. Содержание тромбоцитов (*10⁹/л) крови крыс, получавших ВРПК плодов Ирги обыкновенной

Под влиянием ВРПК ирги в плазме подопытных крыс увеличивалось количество альбумина максимально на $14,4 \pm 0,4\%$ ($P < 0,05$) после трех введений препарата, после 10 введений полисахарида количество альбумина подопытных животных на $6,3 \pm 0,3\%$ ($P < 0,05$) превышало контроль. Количество α_2 -макроглобулинов практически не изменялось во все время проведения эксперимента и только после десяти дней введения подопытным крысам полисахарида

оно возрастало и превосходило контроль на $41,6 \pm 0,6\%$ ($P < 0,05$). Уровень β -глобулиновой фракции под влиянием всего курса введения полисахарида понижался на 24,0-37,1% ($P < 0,05$) по сравнению с контролем.

Содержание γ -глобулинов под влиянием первых пяти введений полисахарида ирги оставалось на уровне контроля, а на 7-10 сутки опыта понижалось по сравнению с контролем на $26,8 \pm 0,3\%$ ($P < 0,05$) (табл. 3).

Таблица 3

Белковые фракции плазмы крови экспериментальных животных, получавших ВРПК плодов Ирги обыкновенной

№ п/п	Группы сравнения	Состав белков плазмы крови в % $\bar{x} \pm Sx$				
		Альбумин	α_1 -глобулины	α_2 -глобулины	β -глобулины	γ -глобулины
1	Контроль	44,3 ± 1,17	14,7 ± 0,73	7,2 ± 0,6	21,9 ± 2,04	11,9 ± 0,33
2	1 сутки	47,0 ± 0,65	15,9 ± 0,51	7,7 ± 0,18	18,4 ± 0,98	10,9 ± 0,64
3	3 сутки	50,7 ± 0,41*	14,1 ± 0,40	7,0 ± 0,30	16,3 ± 0,38*	11,9 ± 0,64
4	5 сутки	49,9 ± 2,51	15,3 ± 0,57	7,0 ± 0,55	16,0 ± 0,74*	11,7 ± 0,70
5	7 сутки	50,0 ± 1,12*	13,0 ± 0,02	7,0 ± 0,69	18,0 ± 0,17	8,3 ± 0,72*
6	10 сутки	47,1 ± 1,72	17,9 ± 0,37*	10,4 ± 0,04*	15,8 ± 0,66*	8,7 ± 0,77*

Примечание: * $P < 0,05$ по сравнению с контрольной группой. $\bar{x} \pm Sx$ – средняя величина показателя и её вероятная ошибка.

ВРПК ирги обыкновенной при введении животным в дозе 0,1 г/кг массы тела способствовал достоверному повышению массы селезенки подопытных крыс максимально на $18,68 \pm 0,04\%$ ($P < 0,05$), по отношению к контролю, на 10 сутки эксперимента (табл. 4).

Пятикратное введение полисахаридного препарата способствует некоторому снижению массы селезенки экспериментальных животных на $14,28 \pm 0,02\%$ ($P < 0,05$), по сравнению с массой селезен-

ки контрольных крыс. На 7-10 сутки введения полисахарида масса селезенки возрастала и превосходила контроль на 8,79% ($P < 0,05$) и 18,7% ($P < 0,05$) соответственно. Увеличение массы селезенки происходит, вероятно, за счет увеличения клеточного состава органов, как в области белой пульпы органа, так и в области красной пульпы, что может быть связано с увеличением количества созревающих клеток и выходом их в кровь, особенно на 7-10 дни опыта.

Таблица 4

Масса селезенки и вилочковой железы животных, получавших ВРПК плодов Ирги обыкновенной

№	Вариант опыта	Масса, г $\bar{x} \pm Sx$	
		Селезенка	Вилочковая железа
1	контроль	$0,91 \pm 0,02$	$0,35 \pm 0,02$
2	1 сутки	$0,96 \pm 0,06$	$0,35 \pm 0,01$
3	3 сутки	$0,92 \pm 0,08$	$0,29 \pm 0,02^*$
4	5 сутки	$0,78 \pm 0,02^*$	$0,32 \pm 0,01$
5	7 сутки	$0,99 \pm 0,09$	$0,28 \pm 0,01^*$
6	10 сутки	$1,08 \pm 0,06^*$	$0,37 \pm 0,01$

Примечание: * $P < 0,05$ по сравнению с контрольной группой. $\bar{x} \pm Sx$ – средняя величина показателя и её вероятная ошибка

Масса тимуса подопытных животных после трех введений препарата достоверно понижалась на $17,14 \pm 0,02\%$ ($P < 0,05$), по сравнению с контролем. После пяти введений полисахарида масса вилочковой железы незначительно увеличивалась, а на седьмой день опыта масса тимуса подопытных крыс становилась минимальной (на 20% ($P < 0,05$) меньше массы тимуса контрольных животных). На десятый день эксперимента ВРПК способствует некоторому увеличению массы тимуса экспериментальных животных на $5,7 \pm 0,02\%$ ($P > 0,05$) по сравнению с контролем. Уменьшение массы тимуса и селезенки, понижение количества лимфоцитов и лейкоцитов в течение первых пяти суток введения препарата возможно связано с иммуносупрессивным воздействием полисахарида ирги на систему клеток белой крови и органы иммунной защиты.

Введение ВРПК ирги обыкновенной подопытным животными способствовало очень незначительному увеличению мас-

сы тела животных, в течение всего времени введения препарата.

Максимальный прирост массы тела достигается у экспериментальных животных на 25 сутки опыта и превосходит массу контрольных животных на 4,4% ($P < 0,05$).

Под действием полисахарида плодов ирги у подопытных крыс повышается выносливость и физическая работоспособность. Это отражается в статистически достоверном увеличении времени плавания животных с грузом 1/10 от массы тела, и достигало своего максимального значения на 10 сутки эксперимента, при этом физическая работоспособность животных, принимавших ВРПК ирги обыкновенной, достоверно увеличивалась на 41,9% ($P < 0,05$) по сравнению с контролем (табл. 5). В последующие дни работоспособность животных, получавших полисахарид, несколько снижалась, но была выше, чем у контрольных животных на 28-34% ($P < 0,05$) вплоть до конца эксперимента. За время последствия (на 7

сутки) работоспособность опытных и контрольных крыс была несколько выше относительно первых суток эксперимен-

та, при этом работоспособность экспериментальных животных была выше контрольных на 27% ($P < 0,05$) (табл. 5).

Таблица 5

Время плавания животных, получивших ВРПК плодов ирги обыкновенной

№	Вариант опыта	Сутки введения						последствие
		1 сутки	5 сутки	10 сутки	15 сутки	20 сутки	25 сутки	
Время плавания, в мин $x \pm Sx$								
1	Контр	1,42±0,01	1,45±0,01	1,43±0,02	1,42±0,02	1,5±0,02	1,5±0,04	1,7±0,06
2	Опыт	1,41±0,01	1,51±0,01*	2,03±0,05*	1,85±0,04*	1,92±0,04*	2,01±0,03*	2,16±0,02*

Примечание: * $P < 0,05$ по сравнению с контрольной группой. $x \pm Sx$ – средняя величина показателя и её вероятная ошибка

Введение полисахарида ирги повышает физическую работоспособность крыс, что подтверждает полученные ранее данные о стимуляции физической активности животных полисахаридами растительного происхождения в основном на 7-10 сутки опыта. Повышение работоспособности подопытных животных предваряется увеличением количества эритроцитов в крови крыс по сравнению с контролем на 23,3% ($P < 0,05$) на 7 сутки эксперимента, гемоглобина на 19,4% ($P < 0,05$) после трех дней введения полисахарида, изменением количества железа и железосвязывающей способности сыворотки крови. Увеличение доставки кислорода способствует повышению уровня обмена веществ и, соответственно, активации физической работоспособности. Повышение массы селезенки на 10 сутки опыта – показатель увеличения уровня эритропоэза экспериментальных крыс. Изменение количества α , β и γ глобулинов в плазме крови – показатель регуляции эритро-, лимфо- и лейкопоэза.

Выводы

1. Введение водорастворимого полисахаридного комплекса ирги обыкновенной стимулирует физическую работоспособность животных по показателям плавательного теста на 7-10 сутки опыта.
2. Водорастворимый полисахаридный комплекс ирги стимулирует процессы эритропоэза, увеличивая количество эритроцитов и гемоглобина, а также количество железа и железосвязывающую способность сыворотки крови.

3. Введение водорастворимого полисахаридного комплекса ирги обыкновенной увеличивает массу селезенки и уменьшает массу тимуса.

4. Полисахарид ирги обыкновенной неоднозначно влияет на показатели белой крови лабораторных животных: снижает количество лимфоцитов и лейкоцитов и одновременно увеличивает количество моноцитов.

Литература

1. Афанасьев В.А. Иммуномодулирующее действие, связанных с эритроцитарным носителем растительных гетерополисахаридов, при иммерсионном охлаждении / В.А. Афанасьев, И.Л. Ласкова, Б.С. Утешев // Эксперим. и клинич. фармакология. – 1999. № 5. – С. 31-34.
2. Влияние полисахарида ирги обыкновенной на кровь здоровых животных / Е.А. Лаксаева [и др.] // Рос. медико-биол. вестн. им. акад. И.П. Павлова. – 2010. – №3. – С. 155-162.
3. Грудева-Попова Ж.Г. Экспериментальное изучение влияния пектиновых веществ на неспецифическую защиту организма / Ж.Г. Грудева-Попова, Т.З. Цветкова // Клинич. лаб. диагностика. – 1999. – № 3. – С. 15-18.
4. Иммуномодулирующая и противоопухолевая активность полисахаридов растительного происхождения / А.В. Сергеев [и др.] // Бюл. эксперим. биологии и медицины. – 1985. – Т. 100, №12. – С. 741-743.
5. Калинкина О.В. Действие полисахаридов крапивы двудомной на физиче-

- скую работоспособность животных, на процессы фагоцитоза и резистентность мембран эритроцитов / О.В. Калинин, И.А. Сычев // Рос. медико-биол. вестн. им. акад. И.П. Павлова. – 2014. – №1. – С. 153-158.
6. Лавренова Г.Ю. Влияние некоторых растительных полисахаридов на коагулянтную активность крови животных / Г.Ю. Лавренова // Фармакология и токсикология. – 1986. – Т. 49, № 4. – С. 38-40.
7. Лаксаева Е.А. Влияние полисахарида ирги обыкновенной на резистентность мембран эритроцитов / Е.А. Лаксаева, И.А. Сычев // Рос. медико-биол. вестн. им. акад. И.П. Павлова. – 2013. – №1. – С. 65-69.
8. Мукатова М.Д. Изучение коллоидных свойств растворов полисахаридов высших водных растений Волго-Каспийского бассейна / М.Д. Мукатова, А.Р. Бисенова, М.В. Курганова // Вестн. Астраханского гос. техн. университета. – 2011. – №1. – С. 127-132.
9. Платицин И.В. Диетические продукты питания функционального назначения из ирги Интродукция нетрадиционных и редких растений / И.В. Платицин; Всерос. НИИ селекции и семеноводства овощных культур. – Мичуринск, 2010. – Т. 1. – С. 340-342.
10. Семина С.В. Влияние водорастворимых полисахаридов растений рода лапчатка семейства розоцветные на физиологическое состояние животных: автореф. дис. ... канд. биол. наук / С.В. Семина; Ряз. гос. с.-х. акад. им. П.А. Костычева. – Рязань, 2002. – 24 с.
11. Тодоров Й. Клинические лабораторные исследования в педиатрии / Й. Тодоров; под ред. Г.Г. Газенко. – 4-е рус. изд. – София: Государственное издание «Медицина и физкультура», 1963. – С. 313-319.
12. Effects of water-soluble Ganoderma lucidum polysaccharides on the immune functions of patients with advanced lung cancer / Y. Gao [et al.] // J Med Food. – 2005. – Vol. 8, №2. – P. 159-168.
13. Harput U.S. Stimulation of lymphocyte proliferation and inhibition of nitric oxide production by aqueous Urticaria extract / U.S. Harput, I. Saracoglu, Y. Ogihara // Phytother Res. – 2005. – Vol. 19, № 4. – P. 346-348.

EFFECT OF THE POLYSACCHARIDE COMPLEX OF AMELANCHIER VULGARIS ON MORPHOPHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF LABORATORY RATS

E.A. Laksaeva, I.A. Sychov

Experimental facts of this article show, that the soluble polysaccharide complex of Amelanchier Medic (*Amelanchier vulgaris*) induces erythropoiesis by increasing the level of erythrocytes and hemoglobin in blood of experimental rats and changes the level of lymphocytes, leucocytes and monocytes. The following changes occur in blood of the experimental animals: increase in the level of iron and iron-binding properties of serum as well as a change in the level of protein fractions. Polysaccharide of Amelanchier Medic (*Amelanchier vulgaris*) causes increase in the mass of spleen and decrease in the mass of thymus increases of physical activity of experimental animals.

Keywords: *soluble polysaccharide complex of green fruit of Amelanchier Medic (*Amelanchier vulgaris*), laboratory rats, mass of body, parameters of blood, the mass of spleen and thymus, physical activity.*

Сычёв И.А. – д.б.н., зав. кафедрой общей химии с курсом биоорганической и органической химии ГБОУ ВПО РязГМУ Минздрава России.
E-mail: obschhim@mail.ru

Лаксаева Е.А. – к.б.н., ст. преп. кафедры общей химии с курсом биоорганической и органической химии ГБОУ ВПО РязГМУ Минздрава России.
E-mail: elenalaksaeva@mail.ru